



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“Discriminación del efecto nutricional de biofertilizantes líquidos enriquecidos con componentes minerales en aplicación foliar en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L).”

**Tesis previa a la obtención del título de:
Ingenieras Agrónomas**

AUTORAS:

Martha Lucia Lligüi Quintuña

María Yolanda Llivicura Yunga

DIRECTOR:

Ing. Agr. Ph.D. Eduardo José Chica Martínez.

CUENCA, ECUADOR

2016



RESUMEN

El ensayo se ejecutó bajo invernadero en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca. El objetivo de esta investigación fue discriminar los efectos nutricionales de la adición de componentes minerales a los biofertilizantes de otros efectos nutricionales/estimulantes asociados a los componentes orgánicos de los biofertilizantes, en este experimento se evaluó: altura de la planta, grosor del tallo, número de hojas y flores, cuajado de frutos, largo y diámetro del primer fruto, peso seco de la planta, concentración de nutrientes de la planta. Dando como resultados valores significativos en el número de hojas para el biol básico (T3), en el diámetro del primer fruto se obtuvo un valor estadísticamente significativo para el biol básico (T3), en cuanto al largo del primer fruto los valores fueron estadísticamente significativos en aplicaciones con biol básico (T3), para el peso del primer fruto se obtuvieron valores estadísticamente significativos para el tratamiento de biol básico (T3). En los resultados de la eficiencia de la solubilidad de la harina de rocas y sales inorgánicas sometidas en biol básico y solución acuosa, la harina de rocas y sales inorgánicas después del proceso de fermentación presentaron mayor cantidad de elementos en el biol básico en comparación a sus equivalentes en solución acuosa. Para la elaboración de los biofertilizantes el costo de producción para el biol básico fue de 0,34 dólares mientras que para el súper magro es de 0,47 dólares por litro.

PALABRAS CLAVES: FERTILIZACIÓN FOLIAR, BIOL BÁSICO, BIOL CON MINERALES.



ABSTRACT

The test was carried out under greenhouse at the Faculty of Agricultural Sciences at the University of Cuenca. The objective of this research was to discriminate the nutritional effects of the addition of mineral components biofertilizers other stimulants nutritional / effects associated with organic components biofertilizers, in this experiment was evaluated: plant height, stem thickness, number leaves and flowers, fruit set, length and diameter of the first fruit of the plant dry weight, concentration of plant nutrients. Giving as a result significant values in the number of sheets for basic biological (T3), the diameter of the first fruit statistically significant for the basic biol (T3) value was obtained as the length of the first result values were statistically significant in basic biological applications (T3) to the weight of the first fruit statistically significant for the treatment of basic biological (T3) values they were obtained. In the results of the efficiency of the solubility of the rock flour and inorganic salts under in basic biological and aqueous solution, the rock flour and inorganic salts after the fermentation process had a higher number of elements in the basic biol compared to their equivalent in aqueous solution. For the preparation of biofertilizers production costs for basic biol it was \$ 0.34 whereas for the super lean is \$ 0.47 per liter

KEYWORDS: FOLIAR FERTILIZATION, BIOL BASIC, BIOL WITH MINERAL



INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPITULO I	19
1 INTRODUCCION	19
CAPÍTULO II	20
2 JUSTIFICACION	20
CAPÍTULO III	21
3 OBJETIVOS	21
3.1 Objetivo general	21
3.2 Objetivos específicos	21
3.3 Hipótesis	21
CAPITULO IV	22
4 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	22
4.1 Biofertilizantes líquidos	22
4.2 Beneficios de los biofertilizantes líquidos	22
4.2.1 Biol	22
4.3 Origen	23
4.4 Aplicación de bioles	24
4.5 Frecuencia de usos	24
4.6 Biofertilizante enriquecidos con minerales	25
4.7 Acción de los macro y micronutrientes en las plantas	26
4.8 Fertilización foliar	27
4.8.1 Ventajas de la fertilización foliar	28
4.8.2 Absorción de nutrientes	28
4.9 Factores que influyen en la absorción foliar de nutrientes	28



4.9.1	La planta	28
4.9.2	El ambiente	29
4.9.3	Formulación foliar	29
4.10	Fertilizantes inorgánicos.....	30
4.10.1	Fertilización simple	31
4.10.2	Fertilizantes compuestos	31
4.11	Solución de Hoagland	31
CAPITULO V		32
5	MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
5.1	Materiales.....	32
5.1.1	Materiales físicos	32
5.1.2	Materiales químicos.....	32
5.1.3	Materiales biológicos	32
5.1.4	Equipos.....	32
5.2	Área de estudio	32
5.3	Métodos	33
5.4	Preparación de biol	33
5.4.1	Biol básico	33
5.4.2	Biol enriquecido con minerales	33
5.4.3	Preparación de semilleros	33
5.5	Trasplante	33
5.6	Diseño experimental.....	33
5.7	Riego.....	34
5.8	Tratamientos	34
5.8.1	Preparación de soluciones para aplicación al sustrato	35



5.8.2	Aplicación de soluciones	35
5.8.3	Aplicación foliar.....	35
5.9	Toma y análisis de datos.....	36
5.10	Determinación de la eficiencia de solubilidad tanto de harina de rocas y sales minerales, sometidas a biol básico y en solución acuosa.....	36
5.11	Tabla 4. Descripción de tratamientos para determinar la eficiencia de solubilidad tanto de harina de rocas y sales minerales, sometidas a biol básico y en solución acuosa.	37
CAPITULO VI.....		38
6	RESULTADOS	38
6.1	Análisis de altura de plantas	38
6.2	Diámetro de los tallos.....	39
6.3	Análisis de número de hojas	40
6.4	Número de flores.....	41
6.5	Número de frutos cuajados	42
6.6	Diámetro del primer fruto.....	43
6.7	Largo del primer fruto	44
6.8	Peso fresco del fruto	45
6.9	Peso seco de la planta	46
6.10	Resultados de costos de bioles.....	46
CAPITULO VII.....		50
7	DISCUSIONES	50
CAPITULO VIII		52
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
8.1	Conclusiones.....	52
8.2	Recomendaciones.....	52



CAPITULO IX.....	53
9 BIBLIOGRAFIA.....	53
CAPITULO X.....	56
10 ANEXOS.....	56



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ingredientes para la elaboración del biofertilizante súper magro	23
Tabla 2. Diseño de ADEVA	34
Tabla 3. Descripción de los tratamientos	34
5.11 Tabla 4. Descripción de tratamientos para determinar la eficiencia de solubilidad tanto de harina de rocas y sales minerales, sometidas a biol básico y en solución acuosa.....	37
Tabla 5. Costo de biol	46
Tabla 6. Análisis foliar en macro nutrientes de las plantas de pimiento (n=1)..	47
Tabla 7. Análisis foliar en micro nutrientes de las plantas de pimiento (n=1) ...	47
Tabla 8. Concentración de macro elementos presentes en los bioles y sus equivalentes en solución acuosa (n=1)	48
Tabla 9. Concentración de micro nutrientes elementos presentes en los bioles y sus equivalentes en solución acuosa (n=1).....	48



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Análisis de altura de plantas	38
Figura 2. Diámetro de los tallos.....	39
Figura 3. Análisis de número de hojas	40
Figura 4. Número de flores.....	41
Figura 5. Número de frutos cuajados	42
Figura 6 Diámetro del primer fruto.....	43
Figura 7. Largo del primer fruto	44
Figura 8. Peso fresco del fruto	45
Figura 9. Peso seco de la planta	46



LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Distribución de tratamiento en el campo	56
Anexo 2. Dosis para la preparación de soluciones en aplicación al sustrato ...	56
Anexo 3. Dosis para la preparación de soluciones en aplicación foliar	57
Anexo 4. Costos de elaboración de biol básico	58
Anexo 5. Costo de elaboración del biol súper magro	59
Anexo 6. Resultados de análisis químicos de agua con sales minerales y con harinas de rocas.....	60
Anexo 7. Análisis foliares de las plantas de pimiento de los tratamientos y los controles.....	61
Anexo 8. Análisis químico de suelo.....	62
Anexo 9. Análisis químico del suelo	63
Anexo 10. Análisis de bioles para aplicación foliar.....	64
Anexo 11. Análisis de materia orgánica de biofertilizantes	65
Anexo 12. Análisis de abonos orgánicos.....	66
Anexo 13. Altura de las plantas.....	67
Anexo 14. Diámetro de tallo	67
Anexo 15. Número de hojas	67
Anexo 16. Número de flores.....	68
Anexo 17. Frutos cuajados.....	68
Anexo 18. Diámetro de frutos.....	68
Anexo 19. Largo de frutos	69
Anexo 20. Peso fresco del fruto	69
Anexo 21. Peso seco de la planta	69



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Cláusula de Derecho de Autor

Yo, Martha Lucia Lligüi Quintuña autora de la tesis **"Discriminación del efecto nutricional de biofertilizantes líquidos enriquecidos con componentes minerales en aplicaciones foliares en plantas de pimiento"**, certificamos que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Cuenca, 28 de Septiembre de 2016

Martha Lucia Lligüi Quintuña
0302309216



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Cláusula de Derecho de Autor

Yo, María Yolanda Llivicura Yunga autora de la tesis **“Discriminación del efecto nutricional de biofertilizantes líquidos enriquecidos con componentes minerales en aplicaciones foliares en plantas de pimiento”**, certificamos que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Cuenca, 28 de Septiembre de 2016

María Yolanda Llivicura Yunga
0105595011



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Martha Lucia Lligüi Quintuña autora de la tesis **“Discriminación del efecto nutricional de biofertilizantes líquidos enriquecidos con componentes minerales en aplicaciones foliares en plantas de pimiento”**, reconocemos y aceptamos el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención nuestros títulos de Ingenieras Agrónomas. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de nuestros derechos morales o patrimoniales como autores.

Cuenca, 28 de Septiembre de 2016


Martha Lucia Lligüi Quintuña
0302309216



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, María Yolanda Llivicura Yunga autora de la tesis **“Discriminación del efecto nutricional de biofertilizantes líquidos enriquecidos con componentes minerales en aplicaciones foliares en plantas de pimiento”**, reconocemos y aceptamos el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención nuestros títulos de Ingenieras Agrónomas. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de nuestros derechos morales o patrimoniales como autores.

Cuenca, 28 de Septiembre de 2016

María Yolanda Llivicura Yunga
0105595011



AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios por la familia que me ha dado, a mis padres, hermanos y hermanas por el apoyo que me supieron dar a lo largo de mi vida, a mis sobrinas y sobrino que con su amor, cariño y locuras al llenado de alegría mi vida y me han dado fuerzas para seguir adelante.

A mis hermanas Patricia, Cecilia y María que me han apoyado en cada momento de mi vida desde mi niñez nunca me abandonaron y supieron quererme.

Martha



DEDICATORIA

A Dios por haberme dado unos padres que siempre me apoyaron, supieron darme consejos para ser una persona humilde y agradecida.

Quiero dedicar este trabajo a mi ángel que desde el cielo siempre me ha estado protegiendo, Alison Belén.

A mis dos grandes amigas Cristina y Miriam que siempre me apoyaron para llegar a cumplir mi meta.

Agradezco a mi cunada Gladys por estar presente siempre dándome sus consejos y apoyo incondicional.

Martha



DEDICATORIA

Está presente trabajo se lo dedico a mis hijos, William y Andrea, a mi esposo,
a mis padres en especial a mi mama Mariana de los Ángeles, y a mis
hermanos gracias por su apoyo incondicional en mis estudios y así lograr que
alcance una meta más en mi vida.

María



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida.

A todos los maestros que supieron guiar con esfuerzo y dedicación a su
superar los obstáculos en este largo camino de mi vida estudiantil,
especialmente a mi director Dr. Eduardo Chica, por su paciencia y apoyo
incondicional para lograr con éxito esta investigación.

A mis compañeros de aula con quienes he compartido momentos de alegría y
tristezas.

María



CAPITULO I

1 INTRODUCCION

La fertilización foliar es una herramienta de mucha utilidad para el manejo productivo de los cultivos, los factores que influyen para alcanzar la máxima eficiencia de las aplicaciones foliares aún no han sido resueltas, la mayoría de documentación existentes determina la aplicación foliar de biofertilizantes, en forma empírica, sin tener una comprensión de los principios físicos, químicos, biológicos y ambientales que influyen en la absorción de los nutrientes aplicados en las aspersiones (Fernández, Sotiropoulos & Brown 2015).

Los primeros datos sobre la fertilización foliar de nutrientes se dio a conocer a mediados del siglo XVIII, con la aplicación de nutrientes al follaje de viñedos Weinbaum, (1988), aunque su uso se inicia desde la época Babilónica, esta se da como soporte a la fertilización edáfica para aumentar los rendimientos de los cultivos. En el año 1877 se demostró que las hojas son capaces de absorber las sales u otras sustancias a través de sus células epidérmicas (Trinidad y Aguilar 1999).

Uno de los países pioneros en la aplicación de biofertilizantes foliares es la India, los mismos que se logran a través de un proceso de fermentación anaeróbica, utilizando el estiércol vacuno, microorganismos de la rizósfera, bacterias ácido lácticas y compuestos minerales. No obstante, la composición de los bioles es muy variable, dificultando así la reproducibilidad de resultados (Quinde, 2014).

Los biofertilizantes son utilizados en múltiples cultivos, ya sean de ciclo corto, anual, bianual o perenne, plantas ornamentales, gramíneas, forrajeras, frutales y tubérculos, con aplicaciones dirigidas al follaje. Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de plantas, ya que su accionar es sobre la floración, follaje y raíz (Quinde, 2014).



CAPÍTULO II

2 JUSTIFICACION

El uso de bioinsumos en sistemas de producción agrícola ofrece el potencial de incrementar la eficiencia productiva de las unidades a través de la utilización acelerada de nutrientes, sustancias estimulantes y antagonistas de enfermedades presentes en desechos y subproductos de las unidades. A pesar de este potencial, debido a los orígenes empíricos de las tecnologías de fabricación de muchos bioinsumos y la variabilidad en la composición de los materiales iniciales, los efectos de los bioinsumos en la producción de cultivos son en general positivos pero altamente variables. En el caso de los biofertilizantes existe una gran diversidad de formulaciones recomendadas para su elaboración, entre estas, aquellas que incluyen componentes minerales. Estas formulaciones enriquecidas con minerales son usualmente reconocidas por su mayor contenido de nutrientes especialmente en micronutrientes y consecuentemente producen un efecto positivo en el desarrollo de los cultivos, que los biofertilizantes no enriquecido. A pesar del efecto favorable del enriquecimiento con minerales, no está claro si este efecto es producto únicamente de los minerales, o, si existe un efecto sinérgico entre estos y el componente orgánico de los biofertilizantes. Discriminar entre estos efectos será útil para optimizar el proceso de elaboración de biofertilizantes, estrategias de aplicación y mejorar la reproducibilidad de los efectos de la aplicación en los cultivos.



CAPÍTULO III

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Discriminar los efectos nutricionales de la adición de componentes minerales a los biofertilizantes de otros efectos nutricionales/estimulantes asociados a los componentes orgánicos de los biofertilizantes.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar si existen interacciones entre los efectos nutricionales de componentes minerales de los biofertilizantes y los efectos nutricionales de sus componentes orgánicos en el desarrollo de un cultivo modelo.
- Determinar la eficiencia de uso harinas de rocas y sales inorgánicas en la elaboración de los biofertilizantes enriquecidos con minerales.
- Desarrollar un análisis de costos de elaboración de cada uno de los biofertilizantes evaluados.

3.3 Hipótesis

Existen diferencias entre el efecto nutricional de los biofertilizantes enriquecidos con componentes minerales y sus equivalentes minerales en solución acuosa (agua sin tratar).



CAPITULO IV

4 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 Biofertilizantes líquidos

Los biofertilizantes, llamados también bioinoculantes, inoculantes microbianos o inoculantes del suelo, son productos agrobiotecnológicos que contienen microorganismos vivos, son utilizados en los cultivos agrícolas para estimular el crecimiento y productividad, estos son obtenidos por la fermentación de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes o frutos, la fermentación se da en presencia o ausencia de oxígeno llamada aerobia y anaerobia respectivamente (Aguado, 2012).

Los fertilizantes líquidos provienen del drenaje de rebaños, chancheras, establos, es un líquido que contiene una alta degradación, principalmente de macronutrientes con un aproximado de 0,6% de N. 0,3% de P_2O_5 y 8% de K_2O (Iñiguez, 2007).

4.2 Beneficios de los biofertilizantes líquidos

Aguado (2012), expresa que los biofertilizantes aumentan la capacidad de las plantas para absorber agua y nutrientes, por lo tanto reduce los requerimientos de irrigación y fertilización de los cultivos, aumenta el crecimiento y establecimiento de las plántulas, incrementa el enraizamiento de los esquejes, las plantas adquieren mayor vigor, también actúa como biocontrolador de fitopatógenos, mejorando el rendimiento y calidad de los cultivos.

4.2.1 Biol

Los bioles son un tipo de biofertilizante líquido (obtenidos anaeróbicamente), son ricos en micronutrientes, fitohormonas y microorganismos benéficos. Se utiliza como abono para estimular el crecimiento vegetal, son también inductores de respuestas fisiológicas como floración y fructificación (Álvarez, Espinoza, Ruiz, & Peralta, 2007).



Los bioles son abonos líquidos preparados con estiércol vacuno, disuelto en agua y enriquecido con leche, melaza y ceniza, fermentado por varios días en toneles o tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico (Suquilanda, 1996).

Medina y Solari (1990), dicen que el biol es considerado un fito-estimulante complejo que al ser aplicado al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad de raíces e incrementa la cantidad de fotosíntesis de las plantas.

4.3 Origen

La obtención de fertilizantes orgánicos se originó en la India con el método “Indore” el cual fue planteado por Albert Howard, la misma que consistía en mezclar desechos vegetales y excrementos de animales y dejar fermentar (Álvarez, 2014).

Restrepo (2001), indica que el biol súper magro es un biofertilizante que se utiliza desde los años 80.

Formulación del biofertilizante súper magro según Restrepo (2007).

Tabla 1. Ingredientes para la elaboración del biofertilizante súper magro

PRIMERA ETAPA	CANTIDAD
AGUA (sin tratar)	180 L
ESTIERCOL DE VACA	50 Kg
MELAZA	14 L
LECHE	28L
ROCA FOSFORICA	2.6 Kg
CENIZA	1.3Kg
SULFATO DE ZINC	2k
CLORURO DE CALCIO	2k
SULFATO DE MAGNESIO	2Kg
SULFATO DE MANGANESO	300 g
CLORURO DE COBALTO	50g
MOLIBDATO DE SODIO	100 g
BORAX	1.5 Kg
SULFATO FERROSO	300 g
SULFATO DE COBRE	300



4.4 Aplicación de bioles

El biol se puede emplear en forma pura o en disoluciones a razón de 0.06 l/m^2 , ya sea por aspersión o por hidratación a la semilla, con resultados positivos en la mayoría de cultivos (Claure, 1992).

Medina (1992), manifiesta que los bioles una vez almacenados en digestores o tanques pueden ser llevados directamente a canales o tanques de fertilización de riego por aspersión o goteo, para ser aplicados posteriormente a las plantas por medio de bombas de mochila. Es necesario filtrarlo previamente en cedazos, filtros de alambre o de tela.

La aplicación de los biofertilizantes en los cultivos es foliar y los mejores horarios para hacer esta tarea son las primeras horas de la mañana hasta más o menos las diez de la mañana y en las tardes, después de las cuatro, para aprovechar una mayor asimilación de los biofertilizantes, ya que la apertura de los estomas es mayor (Restrepo, 2007).

Los biofertilizantes enriquecidos con cenizas, sales minerales, o con harina de rocas molidas, después de su período de fermentación (30 a 90 días), estarán listos para ser aplicados en forma foliar, al suelo y en general a todos los cultivos (Restrepo, 2007).

4.5 Frecuencia de usos

Para el uso en semillas se recomienda una sola aplicación mediante la absorción de las mismas. La acción básicamente está asociada a la diferenciación vegetativa de las plantas y debe aplicarse en momentos de mayor actividad fisiológica de los cultivos; en algunas especies depende de sus características fenológicas del cultivo. Se debe aplicar en un promedio de tres veces por ciclo Claure (1992).



La frecuencia de aplicación de los biofertilizantes es muy variada y se debe considerar algunos aspectos, entre estos; tipo de cultivo, estado de desarrollo del cultivo, tipo de suelo y cobertura del mismo, etc., para las hortalizas trasplantadas al campo se recomienda de tres hasta seis aplicaciones, en concentraciones que pueden variar entre el 3 % y el 7% cuando es al follaje, y hasta el 25% cuando es aplicado al suelo (Bernal & Rojas, 2014).

Se debe tener en cuenta sobre los principales requerimientos del cultivo en cuanto a exigencias en nutrientes, que requiere en cada etapa fenológica, para lo cual es necesario tener un análisis completo tanto de suelo como foliar (Restrepo, 2007).

4.6 Biofertilizante enriquecidos con minerales

Los biofertilizantes ya sean a base de estiércol de vaca o enriquecidos con sales minerales, harinas de rocas o cenizas, pueden estar compuestos por varios elementos, vitaminas o ácidos orgánicos (Restrepo, 2007).

Elementos: Nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio, sodio, azufre, cloro, silicio, litio, vanadio, cobre, molibdeno, plata, cromo, zinc, selenio, estroncio, yodo, cadmio, cobalto, plomo, níquel, rubidio, cesio, bario, estaño, berilio, y bromo, entre otros (Restrepo, 2007).

Vitaminas: Tiamina, pirodoxina, ácido nicotínico, ácido pantoténico, riboflavina, ácido ascórbico, ácido fólico, pro vitamina A, ergosterol, alfa amilasa y aminoacilasa (Restrepo, 2007).

Ácidos orgánicos: Entre los principales se destacan, aconítico, cítrico, gálico, glucurónico, láctico, fúlvico (Restrepo, 2007).

En los biofertilizantes también se puede encontrar hormonas, hongos, bacterias y levaduras muy importantes para lograr la producción de cultivos sanos y saludables (Restrepo, 2007).



Los biofertilizantes a base de sulfatos o harina de rocas molidas, después de su periodo de fermentación, estarán listos y equilibrados en una solución, donde sus efectos pueden ser superiores de 10 a 100.000 veces las cantidades de los micronutrientes (Restrepo, 2007).

4.7 Acción de los macro y micronutrientes en las plantas

Nitrógeno.- Forma parte de las proteínas, compuestos orgánicos, vitaminas, ácidos nucleicos, coenzimas, clorofila y otros, siendo necesario para la síntesis de la clorofila por lo tanto contribuye en el proceso de la fotosíntesis, este elemento constituye de 2% del peso total de la planta, encontrándose así en los tejidos jóvenes de las plantas siendo las hojas las partes más ricas en nitrógeno (Iñiguez, 2007).

Fósforo.- Interviene en todos los procesos metabólicos de las plantas, es el segundo elemento más trascendente después del nitrógeno, teniendo un papel importante para una buena productividad, actúa en la división celular, floración, fructificación y formación de semillas, en caso de que exista un exceso de nitrógeno el fósforo lo contrarresta acelerando la madurez de los frutos (Iñiguez, 2007).

Potasio.- Es un nutrimento vital para las plantas, los cultivos tienen alrededor de la misma cantidad de nitrógeno como de potasio, pero mucho más potasio que fósforo, las cenizas de los vegetales contienen una cantidad mayor de potasio, actúa en la fotosíntesis, interviene en la asimilación clorofílica, favorece a un mejor aprovechamiento de agua ya que mantiene la turgencia celular, es importante en la formación de frutos (Iñiguez, 2007).

Azufre.- Contribuye al desarrollo de las enzimas, es necesario para la formación de la clorofila, si bien no es constituyente de este.

Calcio.- Interviene en el crecimiento de raíces y hojas, participa en la actividad de muchas encimas, neutraliza los ácidos que se forman en el metabolismo vegetal (Iñiguez, 2007).

Magnesio.- Intervienen en los procesos vitales de las plantas también forman parte de la clorofila participando activamente en la fotosíntesis, teniendo un



efecto favorable en la formación de proteínas y vitaminas, ayuda a los metabolismos de los fosfatos (Iñiguez, 2007).

Zinc.- Es necesario para la formación de clorofila e hidratos de carbono (Iñiguez, 2007).

Manganeso.- Interviene en muchos procesos metabólicos, participa en la fotosíntesis, tiene la función de activar numerosas enzimas relacionadas con el metabolismo (Iñiguez, 2007).

Cobre.- Es necesario para promover los procesos en las plantas aunque no forma parte de ellos, siendo así activador de varios de ellos como la oxidasa y el ácido ascórbico (Iñiguez, 2007).

Molibdeno.- Es esencial para las plantas superiores microorganismos y animales, las azotobacterias lo necesitan para fijar el nitrógeno atmosférico (Iñiguez, 2007).

Boro.- Se encuentra en las cenizas de muchas plantas, interviene en la absorción y metabolismo de los cationes sobre todo el calcio (Iñiguez, 2007).

Hierro.- Sirve de agente catalítico para activar la formación de clorofila y proteínas, actúa en la respiración y reducción de sulfatos y nitratos (Iñiguez, 2007).

4.8 Fertilización foliar

La fertilización foliar es la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas, con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo, o para corregir deficiencias específicas en el mismo período de desarrollo del cultivo, esta permite la aplicación de cualquiera de los nutrientes que las plantas necesitan para lograr un óptimo rendimiento (Quinde, 2014).

La aplicación foliar ha demostrado ser un excelente método para abastecer los requerimientos de los nutrientes secundarios (Ca, Mg y S) y los micronutrientes (Zn, Fe, Cu, Mn, B y Mo), mientras que suplementa los requerimientos de N, P y K, requeridos en los períodos de estado de crecimiento crítico del cultivo (Quinde, 2014).



4.8.1 Ventajas de la fertilización foliar

El fertilizante al ser aplicado a las hojas es absorbido en una elevada proporción, (no inferior al 90%), mientras que los fertilizantes al suelo se pierden en un (50%). Ayuda al control de enfermedades del cultivo, es muy efectivo aportando micronutrientes al cultivo, mantiene la actividad fotosintética de las hojas, en épocas de sequía la aplicación foliar de nutrientes permite aliviar el stress de las plantas (Quinde, 2014).

4.8.2 Absorción de nutrientes

La nutrición foliar es esencial para los procesos de fotosíntesis y transpiración. Está conformada por un parénquima en el haz, y en el envés por un mesófilo esponjoso, que cumplen funciones de asimilación. Estos tejidos están rodeados por una cutícula constituida por cutina hidrófoba (Trinidad y Aguilar 1999).

Las absorciones son pequeñas y para satisfacer los requerimientos de los macronutrientes se deben realizar numerosas aplicaciones. Mientras más tiempo de contacto exista entre la solución nutritiva y la hoja más efectiva será la absorción. Para ello se adiciona surfactantes, que son compuestos químicos que impiden la formación de gotas sobre la superficie de la hoja una vez aplicada la solución (Quinde, 2014).

4.9 Factores que influyen en la absorción foliar de nutrientes

Para el éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores: planta, ambiente y formulación foliar (Trinidad y Aguilar, 1999)

4.9.1 La planta

Se debe tomar en cuenta:

Edad de la planta y hoja. La aplicación foliar de nutrimentos también está afectada por el estado de desarrollo de la planta. Se indica, aunque existen pocos datos, que las plantas y hojas jóvenes son las que tienen mayor capacidad de absorción de nutrimentos vía aspersion foliar y desde luego deben de tener un déficit de esos nutrimentos en su desarrollo (Trinidad y Aguilar, 1999).



La especie cultivada.- Entre especies también hay diferencias, y posiblemente esta diferencia esté fundamentalmente influenciada por el grado de cutinización y/o significación de las hojas. A mayor cutinización, lignificación y presencia de ceras en la hoja, habrá menor facilidad de absorción del nutrimento (Trinidad y Aguilar, 1999).

4.9.2 El ambiente

Temperatura. La temperatura influye en la absorción de nutrimentos vía aspersión foliar. En el caso del frijol el fósforo se absorbe en mayor cantidad a 21 °C que a 14 o 25 °C (Trinidad y Aguilar, 1999).

Luz, humedad relativa y hora de aplicación. Estos tres factores se deben tomarse en cuenta en la práctica de fertilización foliar (Trinidad y Aguilar, 1999).

La luz es un factor importante en la fotosíntesis y para que una planta pueda incorporar nutrimentos en los metabolitos se requiere de un proceso fotosintéticamente activo en la planta. La humedad relativa influye en la velocidad de evaporación del agua que se aplica, Por consiguiente, una alta humedad relativa del medio favorece la penetración de los nutrimentos al mantener húmeda la hoja, y finalmente, la hora de aplicación, la misma que se debe practicar en las primeras horas de la mañana o en las últimas horas de la tarde, según las condiciones de la región (Trinidad y Aguilar, 1999).

4.9.3 Formulación foliar

Para realizar una correcta formulación foliar, se deben considerar los siguientes factores:

Concentración de la solución. La concentración de la sal portadora de un nutrimento en la solución foliar, varía de acuerdo con la especie de la planta. En general, los cereales soportan mayores concentraciones que algunas otras especies como el frijol, pepino, tomate y otras hojas menos cutinizadas, pero posiblemente sean las más eficientes en absorción foliar (Trinidad y Aguilar, 1999).



El pH de la solución.- La característica de la solución por asperjar es de primordial importancia en una práctica de fertilización foliar. El pH de la solución y el ion acompañante del nutriente por aplicar influyen en la absorción de éste en la hoja. El pH ácido favorece la absorción del fósforo y esta absorción es mayor con el ion acompañante de Na^+ y NH_4^+ que con el K^+ (Trinidad y Aguilar, 1999).

Nutriente y el ion acompañante en la aspersión

La absorción de nutrientes está relacionada con la capacidad de intercambio catiónico en la hoja, y la valencia del ion influye en este intercambio. Los iones K^+ y NH_4^+ requieren sólo de un H^+ en el intercambio, mientras que el Ca_2^+ y el Mg_2^+ requieren de dos H^+ ; por lo tanto, los iones monovalentes penetran con mayor facilidad que los iones con mayor número de valencias. Los iones más pequeños en su diámetro penetran más rápidamente que los iones de mayor tamaño (Quinde, 2014).

Surfactantes y adherentes

La adición de surfactantes y adherentes a la solución favorece el aprovechamiento del fertilizante foliar. El mecanismo de acción de un surfactante consiste en reducir la tensión superficial de las moléculas de agua, permitiendo una mayor superficie de contacto con la hoja; un adherente permite una mejor distribución del nutriente en la superficie de la hoja evitando concentraciones de este elemento en puntos aislados cuando la gota de agua se evapora (Quinde, 2014).

4.10 Fertilizantes inorgánicos

Llamados minerales o químicos, son productos inorgánicos obtenidos mediante procesos químicos. Se incluye en este grupo algunos productos orgánicos obtenidos por síntesis (Iñiguez, 2007).



4.10.1 Fertilización simple

Es aquel que, de los tres macronutrientes primarios, solamente contenga uno de ellos, y se llamen; nitrogenados, fosfatados y potásicos, según contenga nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. Ejemplo, nitrato amonio, ácido fosfórico y cloruro de potasio (Iñiguez, 2007)

4.10.2 Fertilizantes compuestos

Es aquel que contiene dos o tres macronutrientes primarios. Ejemplo nitrato de amonio, ácido fosfórico (Iñiguez, 2007).

4.11 Solución de Hoagland

La solución de Hoagland es una solución nutritiva hidropónica, publicada por Hoagland y Arnonen en 1938. Esta solución fue una de las primeras en desarrollarse para el cultivo de plantas sin suelo / sustrato. La solución de Hoagland proporciona todos los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas y se utiliza para una amplia gama de especies de plantas, esta solución ha sido modificada varias veces, principalmente para añadir quelatos de hierro para mejorar la estabilidad (Wilkerson, 2014).



CAPITULO V

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Materiales físicos

- Bomba de aspersión
- Fundas plásticas
- Arena
- Manguera de riego
- Calibrador, regla

5.1.2 Materiales químicos

- Agua
- Sales minerales

5.1.3 Materiales biológicos

- Semilla de pimienta
- Bioles

5.1.4 Equipos

- Computadora
- Balanza
- Cámara fotográfica
- GPS

5.2 Área de estudio

El experimento se desarrolló en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca ubicado en el sector de Yanuncay del cantón Cuenca provincia del Azuay en las siguientes coordenadas 0719622 E, 9676957 y una altitud de 2578 msnm.



5.3 Métodos

5.4 Preparación de biol

Se preparó dos tipos de biol: biol básico y biol enriquecido con sales minerales, los mismos que duraron 90 días en fermentación, para los cuales se procedió a la elaboración de la siguiente manera.

5.4.1 Biol básico

El biol básico se elaboró con; agua, estiércol bovino, leche, melaza, ceniza con la formulación de Restrepo (2007).

5.4.2 Biol enriquecido con minerales

En la elaboración del biol enriquecido con minerales se procedió de acuerdo a Restrepo (2007). (Tabla 1)

5.4.3 Preparación de semilleros

En este caso se sembró pimienta en turba en un semillero de 78 hoyos, las plantas de pimienta duraron seis semanas en el semillero, luego fueron trasplantadas, con un sistema de riego por goteo.

5.5 Trasplante

Las plantas de pimienta fueron trasplantadas a las seis semanas después de la siembra, luego de tener las cuatro hojas verdaderas, el trasplante fue en fundas de capacidad de 10 l que contenían como sustrato arena, la cual fue previamente lavada, una vez trasplantadas se procedió a la identificación y localización. El ensayo estuvo constituido de seis (6) tratamientos y cinco (5) repeticiones, con un total de 30 unidades experimentales.

5.6 Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente al azar (DCA) con 5 repeticiones por cada tratamiento. (Anexo 1)

Los resultados fueron sometidos al Análisis de Variancia (ADEVA) de acuerdo al siguiente modelo:

Tabla 2. Diseño de ADEVA

Fuente de variancia	Gl
Tratamientos	6
Error experimental	23
Total	29

5.7 Riego

El riego se realizó por goteo sincronizado en las primeras horas de la mañana.

5.8 Tratamientos

Los tratamientos empleados en el presente trabajo de investigación fueron los siguientes:

Tabla 3. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1.	Control negativo con la adición de: 600,8 ppm de (NH ₄) NO ₃ , 115,3 ppm de H ₃ PO ₄ , 449,5 ppm de KCL, Dosis: de 200 cc. al sustrato Frecuencia: tres veces a la semana.
T2.	Control positivo solución de Hoagland (ver tabla 5) Dosis de 200 cc. al sustrato. Frecuencia: tres veces por semana.
T3.	T1 + biol básico aplicado foliarmente una vez a la semana en una dosis de 50 cc.
T4.	T1 + biol con minerales aplicados foliarmente una vez a la semana en una dosis de 50 cc.
T5.	T1 + minerales (fertilizante foliar en solución acuosa en la misma concentración que el biol básico), aplicado una vez a la semana en una dosis de 50 cc.
T6.	T1 + minerales (fertilizante foliar en solución acuosa en la misma concentración que el biol con minerales), aplicado una vez a la semana en una dosis de 50 cc.



5.8.1 Preparación de soluciones para aplicación al sustrato

Se prepararon las soluciones nutritivas para los controles en aplicación al sustrato con la formulación (anexo 2); de igual forma se prepararon las soluciones nutritivas para la aplicación foliar que contenían las mismas cantidades de nutrientes que los biofertilizantes tanto para el biol básico (T3) y biol enriquecido con minerales (T4), (anexo 3).

5.8.2 Aplicación de soluciones

Las primeras aplicaciones que se realizaron fueron al sustrato, siendo estas administradas desde el trasplante, se aplicaron 100 cc de las soluciones de Hoagland a todos los tratamientos durante un tiempo de seis semanas hasta que las plantas se hayan adaptado al sustrato.

A partir de este período se procedió a la aplicación de las soluciones para cada tratamiento, aplicando la solución de Hoagland para el control positivo al sustrato de 200 cc a cada planta y para el resto de tratamientos se aplicó la solución que contenía las cantidades de N, P, K.

5.8.3 Aplicación foliar

La aplicación foliar se comenzó a partir de la sexta semana desde el trasplante, cuando las plantas estaban adaptadas al sustrato, se preparó las soluciones con el biol básico para el tratamiento de T3, y para el T4 se utilizó el biol con sales a una concentración del 10%. Igualmente se preparó con sales minerales una solución que contenía las mismas concentraciones de T3 y T4, con la ayuda de un surfactante.

Las aplicaciones foliares se dieron una vez por semana con la ayuda de un aspersor.



5.9 Toma y análisis de datos

La toma de datos se realizó cada siete días por el lapso de 18 semanas. Después de terminar con la toma de datos se procedió a la cosecha de los frutos, extracción y lavado de la planta para luego proceder al secado y posteriormente pesar y realizar los análisis foliares.

Las variables a tomar en cuenta fueron las siguientes:

1. Altura de las plantas
2. Diámetro del tallo
3. Número de hojas
4. Número de flores
5. Número de frutos cuajados
6. Largo y ancho del primer fruto
7. Peso seco de la planta
8. Concentración de nutrientes

Para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico R, obteniendo los resultados de significancia mediante el análisis de variancia (ANOVA).

5.10 Determinación de la eficiencia de solubilidad tanto de harina de rocas y sales minerales, sometidas a biol básico y en solución acuosa.

Para determinar la eficiencia de solubilidad de harina de rocas y sales minerales, se realizó la preparación en recipientes plásticos (botellas de color negro) de capacidad de tres litros; las mismas que fueron fermentadas durante un período de 90 días, luego de este período fueron filtrados, embotellados y etiquetados, para ser enviados al laboratorio del centro de investigación INIAP, Santa Catalina-Quito.



5.11 Tabla 4. Descripción de tratamientos para determinar la eficiencia de solubilidad tanto de harina de rocas y sales minerales, sometidas a biol básico y en solución acuosa.

Descripción
Biol básico con harinas de rocas
Biol básico con sales minerales
Harinas de rocas en solución acuosa
Sales minerales en solución acuosa

CAPITULO VI

6 RESULTADOS

De acuerdo a los objetivos planteados para esta investigación se presentan los siguientes resultados.

6.1 Análisis de altura de plantas

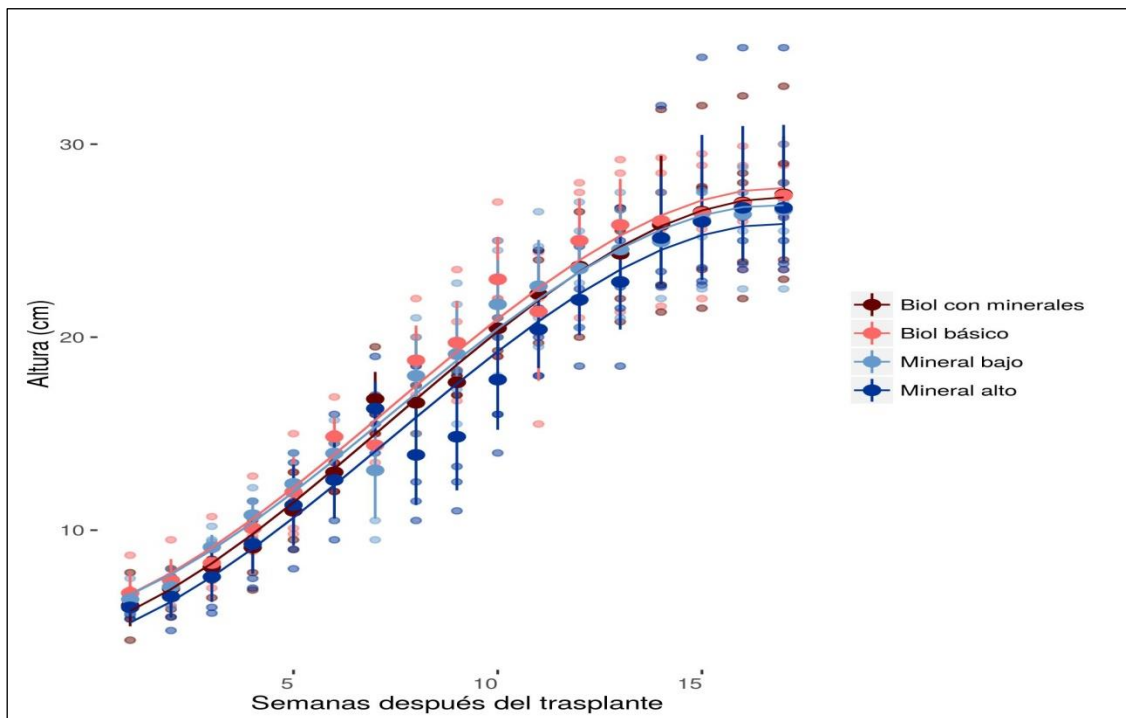


Figura 1. Análisis de altura de plantas

En la figura 1 se muestra la curva de crecimiento en altura de las plantas de los cuatro tratamientos, observándose que las plantas aplicadas con los biofertilizantes, biol bajo (T3) y biol alto (T4) tienen un ligero incremento de altura con relación a las plantas aplicadas con minerales (T5) y (T6). No obstante, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

6.2 Diámetro de los tallos

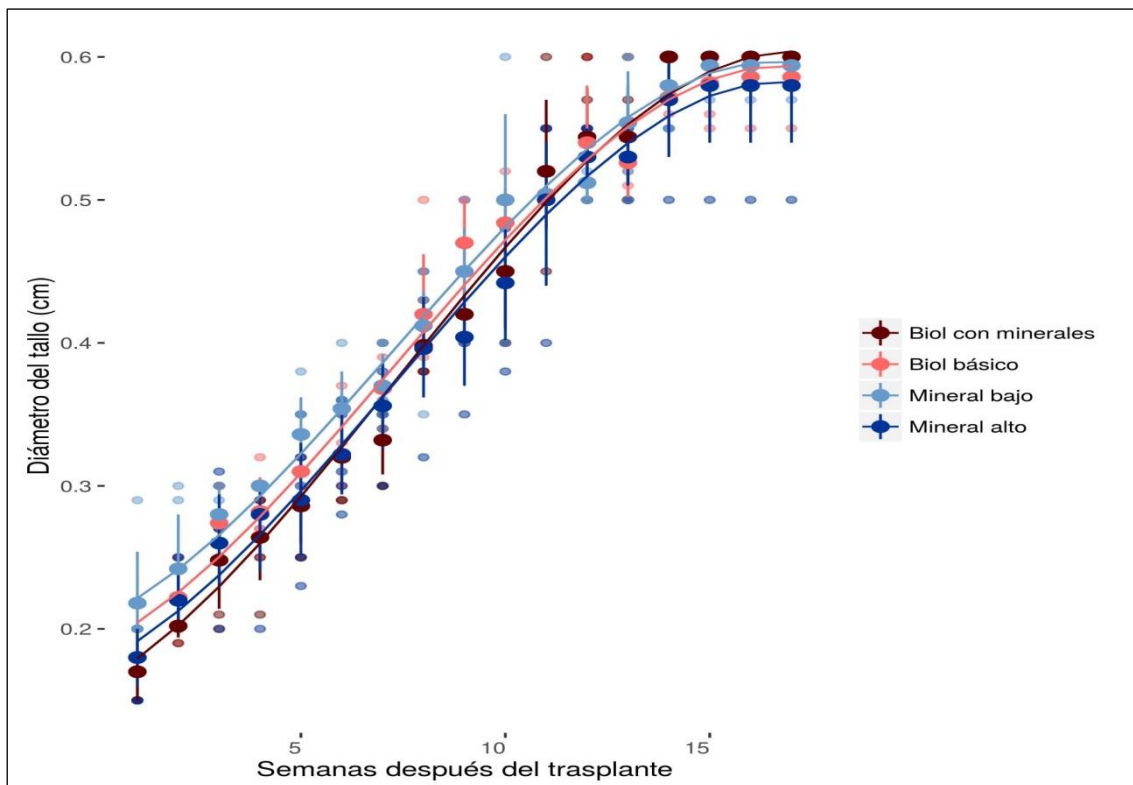


Figura 2. Diámetro de los tallos

En la figura 2 se observa la curva de crecimiento del diámetro del tallo de las plantas de pimienta en los cuatro tratamientos donde se puede ver que las plantas que recibieron la aplicación de biol alto (T4), presentan un mayor diámetro que las plantas de los otros tratamientos. No obstante estos datos no son estadísticamente significativos.

6.3 Análisis de número de hojas

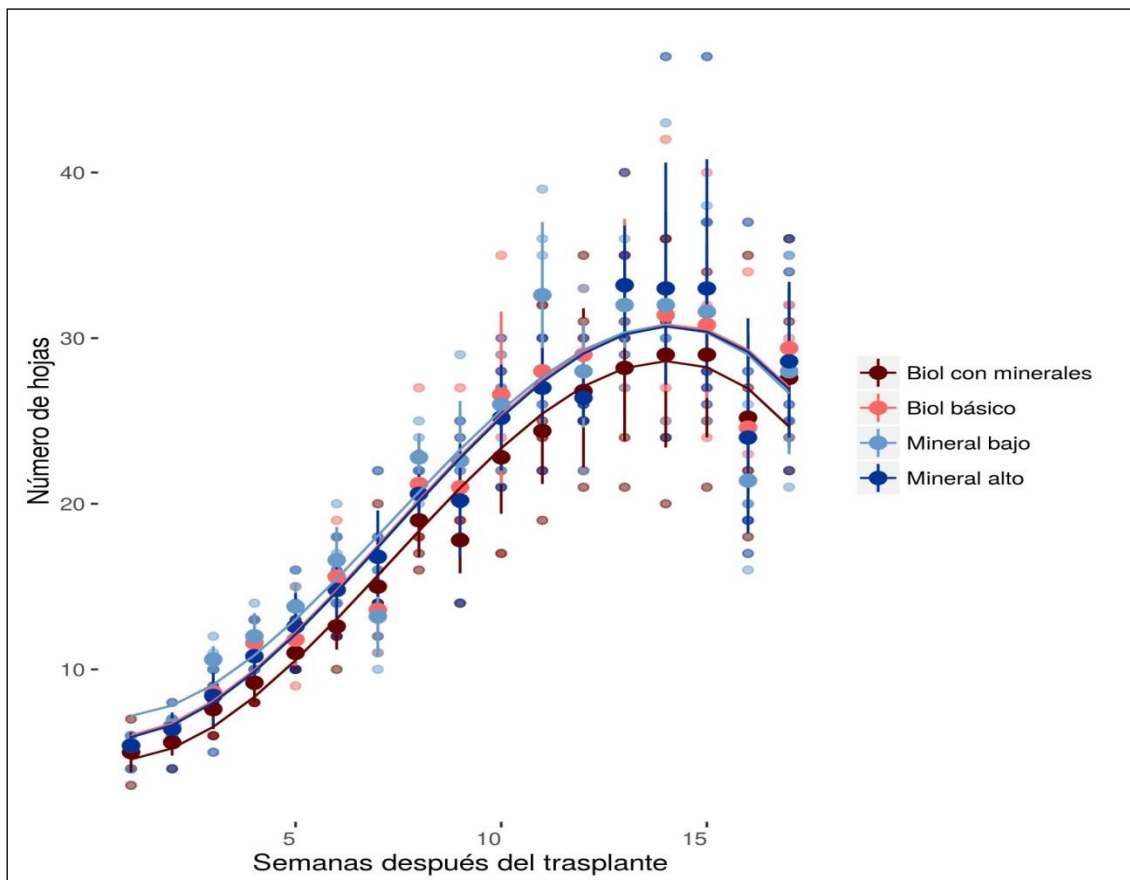


Figura 3. Análisis de número de hojas

En la figura 3 la curva del número de hojas de las plantas en los cuatro tratamientos deja ver, en donde se obtienen resultados estadísticamente significativos, asociado con la interacción entre el tipo de fertilizante utilizado y su nivel de aplicación. Como consecuencia de esta interacción la aplicación de fertilización mineral (T5 y T6) genera efectos similares que la aplicación de biol bajo (T3), pero al incrementar el nivel de aplicación biol alto (T4) el número de hojas es menor.

6.4 Número de flores

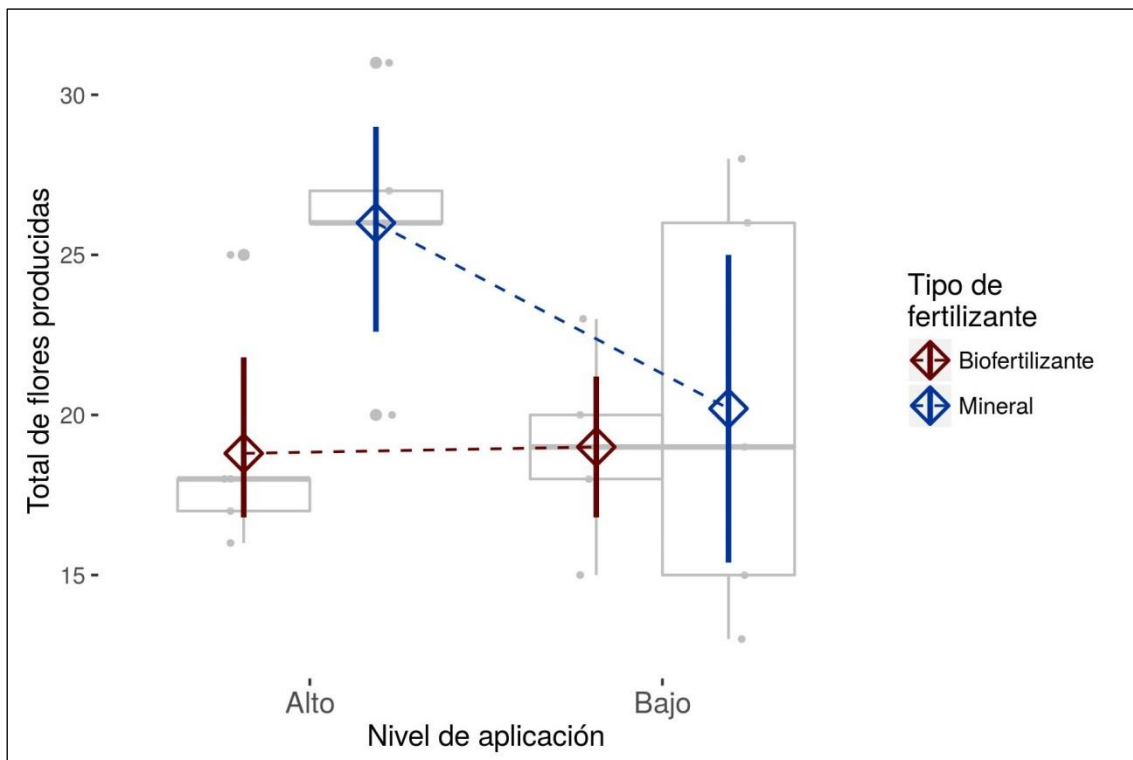


Figura 4. Número de flores

En la figura 4 se puede observar que las plantas que recibieron el tratamiento con el mineral alto (T6) obtuvieron un número mayor de flores, mientras que las plantas que recibieron el tratamiento con biofertilizantes biol básico y biol enriquecido con minerales (T3 y T4), presentaron menor número de flores. No obstante, estos valores no son estadísticamente significativos.

6.5 Número de frutos cuajados

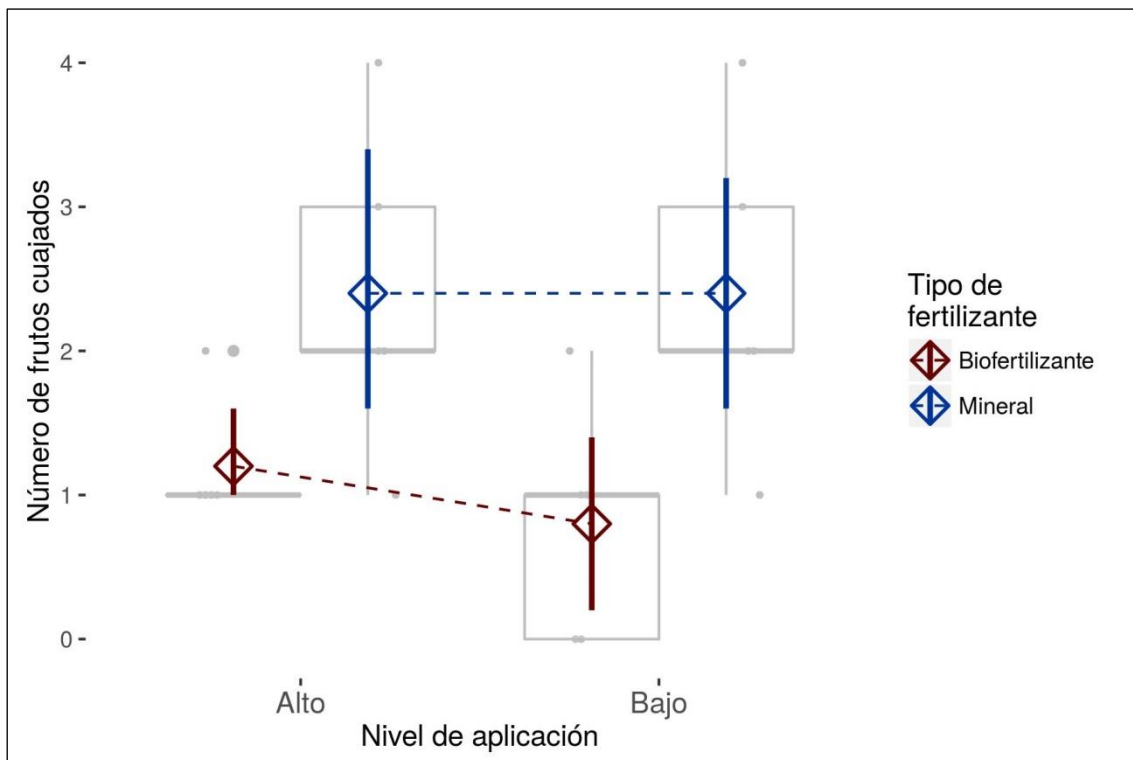


Figura 5. Número de frutos cuajados

En la figura 5 se observan valores estadísticamente no significativos para el número de frutos cuajados, las plantas que fueron aplicadas con fertilización mineral en los niveles bajo y alto (T5 y T6) presentan mayor número que los aplicados con biofertilizantes, biol bajo y alto (T3 y T4).

6.6 Diámetro del primer fruto

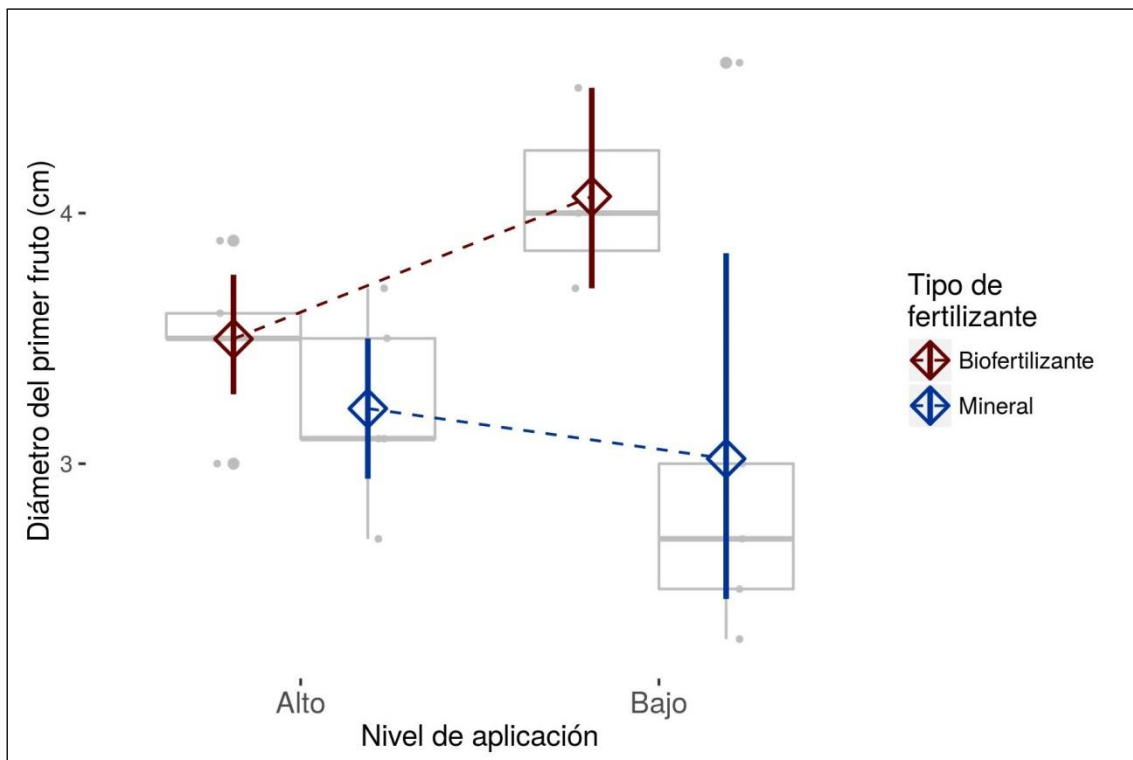


Figura 6 Diámetro del primer fruto

En la figura 6 se ven los valores estadísticamente significativos para el diámetro del primer fruto, en la interacción del tipo de fertilizante y los niveles de aplicación, las plantas que recibieron la aplicación de biofertilizantes en los niveles de bio bajo y alto (T3 y T4) presentan un mayor diámetro que las aplicadas con mineral bajo y alto (T5 y T6), siendo el bio básico (T3) el mejor.

6.7 Largo del primer fruto

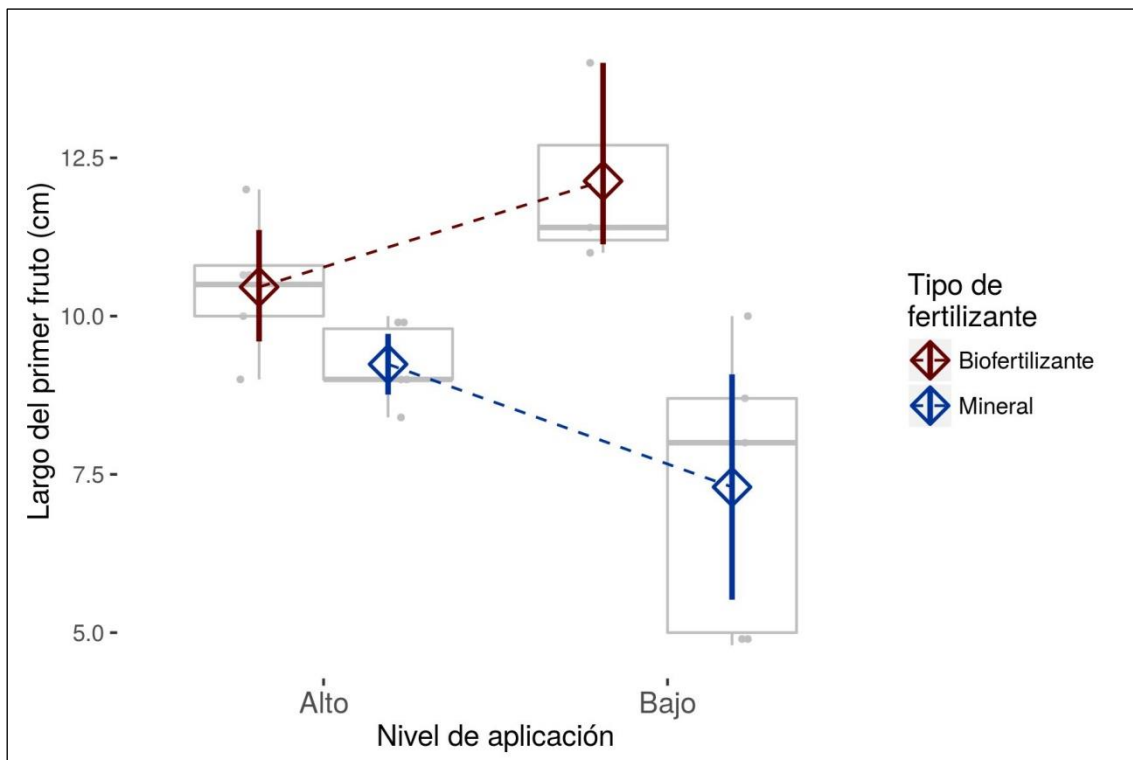


Figura 7. Largo del primer fruto

La figura 7 muestra que existe diferencias estadísticamente significativas para el tipo de fertilizante, siendo el biofertilizante con el biol básico y biol enriquecidos con minerales (T3 y T4) los frutos de mayor tamaño que los aplicados con minerales.

6.8 Peso fresco del fruto

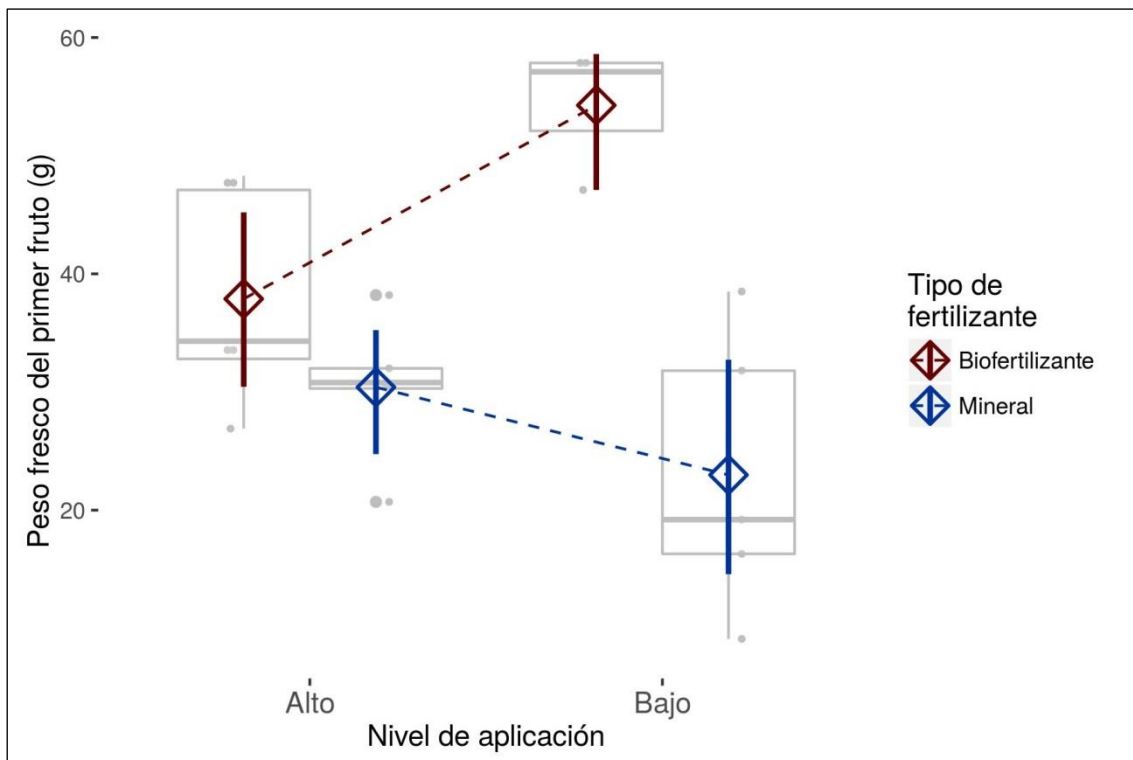


Figura 8. Peso fresco del fruto

La figura 8 muestra diferencias estadísticamente significativas para la interacción entre el tipo de fertilizante y su nivel de aplicación. Debido a esta interacción, los frutos aplicados con el biol básico y biol enriquecidos con minerales (T3 y T4) obtuvieron un mayor peso.

6.9 Peso seco de la planta

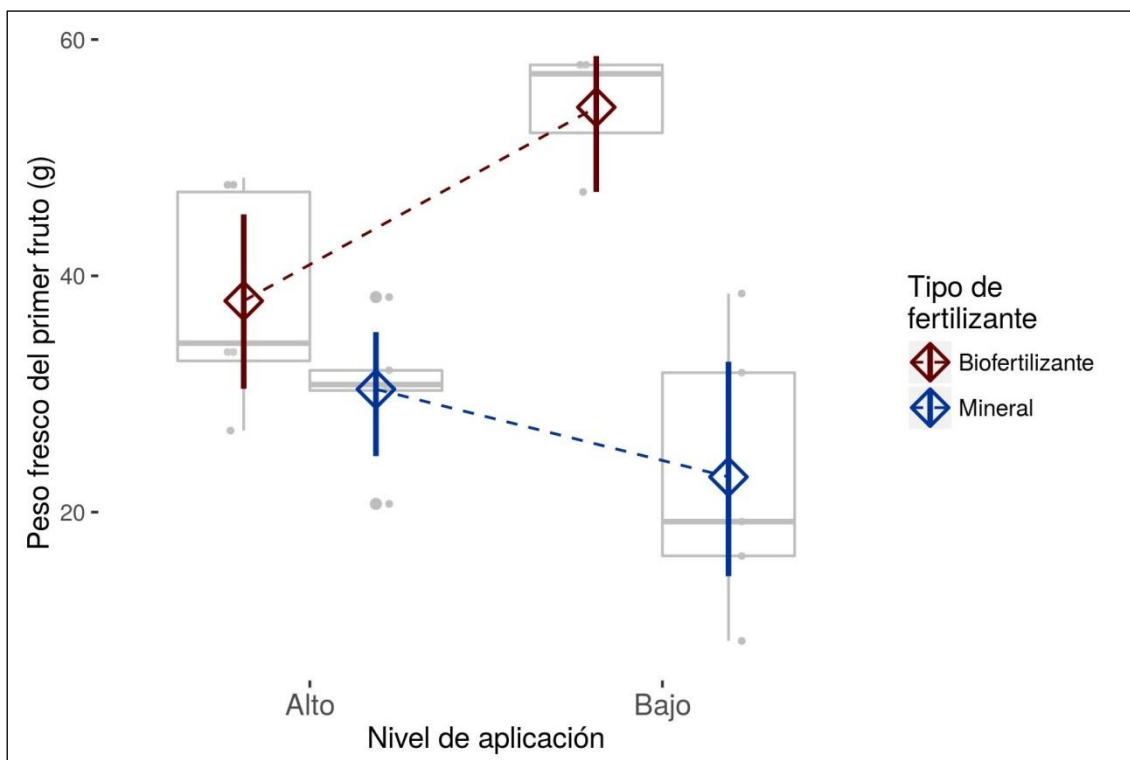


Figura 9. Peso seco de la planta

En la figura 9 se observar que no existen diferencias estadísticamente significativas en la interacción para el peso seco de la planta; las plantas que recibieron el tratamiento de biofertilizante con biol básico y biol enriquecido con minerales (T3 y T4) presentaron un mayor peso.

6.10 Resultados de costos de bioles

Los costos de producción de biol se basan en un análisis de costos que varía o directo. (Anexo 4, 5)

Tabla 5. Costo de biol

Descripción	Valor por litro de biol
Biol básico	0,34 \$
Biol con minerales	0,47 \$

Tabla 6. Análisis foliar en macro nutrientes de las plantas de pimiento (n=1)

% de materia seca						
	N	P	K	Ca	Mg	S
Sin fertilización (C-)	2.47	0.27	6.31	4.94	0.59	0.78
Hoagland (C+)	2.25	0.30	6.32	4.84	0.62	0.66
Biol bajo	2.21	0.17	5.61	4.10	0.57	0.48
Biol enriquecidos con minerales	2.24	0.28	5.22	4.11	0.57	0.58
Mineral bajo	2.22	0.18	5.27	4.09	0.64	0.74
Minerales en solución acuosa	2.40	0.24	5.72	3.47	0.59	0.69

Tabla 7. Análisis foliar en micro nutrientes de las plantas de pimiento (n=1)

Ppm					
	B	Zn	Cu	Fe	Mn
Sin fertilización (C-)	164.4	39.1	8.8	147.4	139.5
Hoagland (C+)	158.4	48.4	9.4	149.0	143.1
Biol bajo	118.8	59.9	7.2	163.0	131.3
Biol enriquecidos con minerales	337.3	429.7	20.2	293.0	454.6
Mineral bajo	161.0	79.6	10.0	249.6	188.0
Minerales en solución acuosa	139.9	58.6	9.6	248.2	145.6



En la tabla 7 se muestran los resultados de los análisis foliares en macro elementos de las plantas de pimiento, en las cuales no existe una diferencia marcada de concentración entre los tratamientos y los controles efectuados. Mientras que la tabla 8 se muestran los resultados del análisis foliar de las plantas de pimiento realizado en micro elementos, en la misma es notorio que las plantas que recibieron la aplicación de biofertilizante con el biol enriquecido con minerales reportaron una mayor concentración B, Zn, Cu, Fe y Mn que los otros tratamientos.

Tabla 8. Concentración de macro elementos presentes en los bioles y sus equivalentes en solución acuosa (n=1)

Tratamientos	[ppm]					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Sales minerales en solución	-	-	81.90	17	810	610
Harinas de rocas en solución	-	-	10.50	90	20.40	37.90
Biol básico con sales minerales	1500	100	8100	2600	3300	5900
Biol básico con harinas de rocas	1800	900	7800	5800	1300	1600

La tabla 9 nos muestra la concentración de macro elementos que presentaron los bioles elaborados con sales minerales y con harina de rocas, así como las sales minerales y la harina de rocas en solución acuosa.

Tabla 9. Concentración de micro nutrientes elementos presentes en los bioles y sus equivalentes en solución acuosa (n=1)

Tratamientos	[ppm]				
	B	Cu	Zn	Fe	Mn
Sales minerales en solución	0.5	513	1322	178	323
Harinas de rocas en solución	0.1	0.3	2.3	0.06	0.5
Biol básico con sales minerales	21.3	507.4	5418.0	884.6	1114.4
Biol básico con harinas de rocas	8.1	10.1	49.2	897.3	97.1



En la tabla 10 se observa el resultado de los análisis en micro nutrientes de los biofertilizantes y sus equivalentes en solución acuosa, el biol básico con sales minerales presenta los valores más altos en el caso de B, Zn, y Mn, y para el Cu las sales minerales contienen un nivel más alto con respecto a los otros tres tratamientos, y para el Fe el biol básico con harina de rocas es el que tiene el valor más alto.



CAPITULO VII

7 DISCUSIONES

En cuanto a la altura de la planta los datos no son estadísticamente significativos, lo que coincide con el ensayo realizado por Cajamarca & Velecela (2015), utilizando dosis de biol en aplicación foliar en el cultivo de fréjol obtuvieron resultados similares.

En el caso del número de hojas existen valores estadísticamente significativos para la interacción entre el tipo de fertilizante y el nivel de aplicación. Como consecuencia de esta interacción la aplicación de fertilización mineral (T5 y T6) genera efectos similares que la aplicación con biofertilizante con el biol básico (T3), pero al incrementar el nivel de aplicación, biol enriquecido con minerales (T4) el número de hojas es menor. Estos resultados coinciden con los expuestos por Zhañay (2016) que aplicó de biol en el cultivo de zanahoria en dosis de 20 ml/m², obteniendo un mayor número de hojas que con la dosis de 40ml/m².

En las variables del diámetro y largo del primer fruto los datos fueron estadísticamente significativos para el tipo de fertilizante, las plantas que fueron aplicadas con los biofertilizantes con biol básico y biol enriquecido con minerales (T3 y T4) obtuvieron un mayor diámetro y tamaño del primer fruto, siendo el biol básico T3 con mayor tamaño, estos resultados son similares a los obtenidos por Cobo (2012), el mismo que en aplicación edáfica de biol con dosis de 90, 70, 50, 30% tuvo los mejores resultados con la dosis de 30%.

Para el peso fresco del primer fruto los resultados fueron estadísticamente significativos para el tipo de fertilizante y su interacción con los niveles de aplicación, los frutos que recibieron la aplicación con biofertilizantes obtuvieron un mayor peso, similares resultados presentó en su investigación Morocho (2014) en aplicación de bioles en el cultivo de col.



En la concentración de nutrientes en las plantas de pimiento, en cuanto a los macro nutrientes no existen diferencias muy marcadas entre el tipo de fertilización y los controles efectuados, pero en relación a los micro nutrientes las plantas que fueron aplicadas con los biofertilizantes en el nivel de biol enriquecidos con minerales (T4) presentan valores altos en B, Zn, Cu, Fe y Mn.

En lo que se refiere al costo por litro de la elaboración de bioles, el biol básico resulta tener un costo inferior por litro en comparación al biol enriquecido con sales minerales, esto debido a la adición de los minerales, lo que coincide con Bernal & Rojas (2014) que en su investigación sobre la optimización del proceso de elaboración y usos de biol, el biol súper magro tiene un mayor costo por litro.

En cuanto a la cantidad de elementos presentes para la determinación de la eficiencia de solubilidad de harina de rocas y sales inorgánicas y sus equivalentes en solución acuosa los valores reportados en macro y micro elementos (N, P, K, Mg, Ca y S,); (B, Zn, Cu, Fe, Mn) son superiores para el biol con sales inorgánicas y el biol con harina de rocas en comparación a sus equivalentes en solución acuosa, lo que coincide con lo expresado por Restrepo, (2007) quien manifiesta que los biofertilizantes luego del proceso de fermentación pueden ser superiores de 10 a 100000 veces las cantidades de micronutrientes.



CAPITULO VIII

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

Realizado el análisis de resultados se concluye que:

Para el factor altura no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y los controles realizados por lo tanto los niveles de fertilización y el tipo de fertilizante no influyeron en el crecimiento de las plantas.

Se puede afirmar que en la presente investigación se presentaron datos estadísticamente significativos en 4 variables (número de hojas, largo, diámetro y peso fresco del primer fruto) estudiadas por lo que no se pudo discriminar el efecto nutricional del efecto estimulante.

En los resultados de los análisis foliares se determinaron altas concentraciones de potasio, calcio y boro en todos los tratamientos y controles

En cuanto al análisis de costo para la elaboración de los bioles resultan en una diferencia de 0,13 dólares, siendo el precio del biol básico por litro de 0,34 dólares y para el biol súper magro de 0,47 dólares.

La harina de rocas y sales inorgánicas presentaron mayor solubilidad cuando fueron sometidas a fermentación con biol, en comparación a la solución acuosa.

8.2 Recomendaciones

- Evaluar un mayor número de dosis puesto que en este estudio se evaluó única mente dos tipos de dosis.
- Incrementar un mayor número de plantas por unidad experimental.
- Evaluar en cultivos modelos los bioles preparados con sales inorgánicas y con harina de rocas.



CAPITULO IX

9 BIBLIOGRAFÍA

Aguado, G. (2012). Introducción al uso y manejo de los biofertilizantes en la agricultura, laboratorio de Biotecnología y fisiología molecular de plantas y microorganismos. INIFAP Mexico. pg. 35

Álvarez, J. (2014). Manual de compostaje para la agricultura ecológica. Obtenido de: http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental/agricultura_ecologica/Manual%20compostaxe.pdf

Alvarez,R., Espinoza, L., Ruiz, O., & Peralta, E. L. (2007). Efecto de los biofertilizantes líquidos en producción local “ Bioles ”, sobre el desarrollo de síntomas causados por el virus del mosaico de la calabaza (SqMV) en el Cultivo de Melón (Cucumis melo L .) var . Edisto. Escuela Superior Politecnica del Litoral (ESPOL). Obtenido de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/17063/1/RobertAlvarezArt%C3%ADculo Tesis 14 Sep Versi%C3%B3n Final.pdf>

Bernal, M., & Rojas, P. (2014). Optimización del proceso de elaboración y el uso de los abonos biofermentados (biol). Universidad de Cuenca. Obtenido de: dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21223/1/tesis.pdf

Cajamarca, N., & Velecela, A. (2015). “Efecto de la aplicación de bocashi y biol en la productividad de fréjol (Phaseolus vulgaris), variedad Blanco Belén.” Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Obtenido de: dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/.../1/TESIS FREJOL NANCY_ANA.pdf

Cobo, R. (2012). Efecto de la fertilización a base de biol en la producción de pimiento (Capsicum annum L) híbrido Quetzal bajo condiciones de invernadero”. Universidad San Francisco de Quito. Obtenido de: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2021>.

Claure, C. (1992). Manejo de efluentes. Cochabamba, Bolívar: proyecto Biogas.



Fernández, V., Sotiropoulos, T., & Brown, P. (2015, November). Fertilización foliar: Principios científicos y práctica de campo. Obtenido de: http://www.fertilizer.org/imis20/images/Library_Downloads/2013_foliar_fertilization_HR.pdf?WebsiteKey=411e9724-4bda-422f-abfc-8152ed74f306&=404;

http://www.fertilizer.org:80/en/images/Library_Downloads/2013_foliar_fertilization_HR.pdf).

Iñiguez, M. (2007). Fertilidad, fertilizantes y fertilización del suelo. Primera edición. Loja- Ecuador. p 114

Medina, V. (1992). Biol y biosol en la agricultura. Programa especial de energías UMSS-GTZ. Cochabamba, Bolívar: impresión poligráfica.

Medina, V. A. & Solari, E. (1990). El biol: fuente de fitoestimulantes en el desarrollo agrícola. Programa especial de energías UMSS-GTZ. Cochabamba, Bolívar.

Morocho, D. (2014). evaluación de producción de el cultivo de col (variedad f1hibryd cabbage oriental súper cros) con la aplicación de tres tipos de biol en la comunidad de Corralpamba. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Obtenido de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5478/1/tag304.pdf>.

Quinde, A. (2014). Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en el nivel de clorofila a y b en la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), fresa (*Fragaria*).

Restrepo, J (2001). Elaboracion de abonos orgánicos, fermentados y biofertilizantes foliares. San Jose, Costa Rica: IICA.

Restrepo, J. (2007). Manual Práctico El a, b, c, de la agricultura y harina de rocas. Managua.

Suquilanda, M. (1996). Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica para el futuro. Quito, Ecuador. Funciones para el desarrollo agropecuario.



Trinidad, A., & Aguilar, D. (1999). Foliar Fertilization, an Important enhancing for Crop Yield. Terra, 17, 247-255. Obtenido de :<http://www.fertilizando.com/articulos/fertilizacionfoliarrespaldoimportante.pdf>

Wilkerson, C. (2014). Solucion de Nutrientes. Texas

Zhanay, W. (2016). "Evaluación de dosis de aplicación de un biol optimizando en el cultivo de Zanahoria (Daucus carota L.)." Universidad de Cuenca. Obtenido de:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24470/1/Tesis.pdf>



CAPITULO X

10 ANEXOS

Anexo 1. Distribución de tratamiento en el campo

T5R3	T4R4	T1R4	T4R5	T5R5
T2R4	T3R4	T2R3	T6R2	T1R5
T3R5	T2R1	T5R4	T1R2	T3R1
T1R1	T4R2	T3R3	T4R3	T6R1
T2R5	T6R3	T2R2	T5R2	T4R1
T6R5	T1R3	T6R4	T5R1	T3R2

Anexo 2. Dosis para la preparación de soluciones en aplicación al sustrato

	Compuesto	T2 ppm	T1 ppm
A	ZnSO ₄	0,1	
	Ca(NO ₃) ₂	824,5	
B	KCl	449,5	449,5
C	FeCl ₃	14,5	
	CuSO ₄	0,1	
	MnSO ₄	1,4	
	H ₃ BO ₃	2,9	
D	(NH ₄) ₂ SO ₄	263	
	(NH ₄) ₂ NO ₃	40,9	600,8
	MgSO ₄	237,8	
E	H ₃ PO ₄	115,3	115,3



Anexo 3. Dosis para la preparación de soluciones en aplicación foliar

	Compuesto	T5 ppm	T6 Ppm
A	Ca(NO ₃) ₂	5285	5664,3
	KCl	4794,1	5138,2
B	FeCl ₃	41	121,8
C	ZnSO ₄	8,4	2217,5
	CuSO ₄	7	154,1
	MnSO ₄	26,7	1518,3
D	(NH ₄) ₂ SO ₄	3241,8	6514,2
	MgSO ₄	1264,2	3654,1
E	H ₃ PO ₄	642,5	778,8



Anexo 4. Costos de elaboración de biol básico

Costos de producción de biol básico				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT.	VATOR TOTAL
Recipiente plástico	200 l	1	30,00	30,00
Leche	l	28	0,52	14,56
Manguera	m	0,5	0,60	0,30
Válvula (empaque)		1	1,00	1,00
Estiércol de vaca	kg	50		10,00
Melaza	30 l	1	12,00	12,00
Ceniza	kg	2	0.25	1
Valor total				68,86
Costo de litro				0,34



Anexo 5. Costo de elaboración del biol súper magro

Costos de producción de biol súper magro				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT.	VATOR TOTAL
Recipiente plástico	200 l	1	30,00	30,00
Manguera	m	0,5	0,60	0,30
Válvula (empaque)		1	1,00	1,00
Estiércol de vaca	kg	50		10,00
Melaza	30 ls.	1	12,00	12,00
Leche	l	28	0,52	14,56
Ceniza	kg	2	0,25	0,50
Roca fosfórica	kg	2	1,50	3,00
Sulfato de zinc	Kg	2	2,00	4,00
Sulfato de magnesio	Kg	2	1,20	2,40
Sulfato de manganeso	Kg	1	2,00	2,00
Molibdeno de sodio	Onza.	1	4,50	4,50
Tetraborato de sodio	Kg	1	1,50	1,50
Sulfato de hierro	Kg	1	2,00	2,00
Sulfato de cobre	Kg	1	5,50	5,50
Costo total				93,26
Costo de litro				0,47

**Anexo 6. Resultados de análisis químicos de agua con sales minerales y con harinas de rocas**

ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
Km 141/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Telf. -Fax 690694
QUITO - ECUADOR



Nombre del propietario: María Llivicura
Nombre del remitente: _____
Nombre de la Granja: _____
Localización: _____
Parroquia: _____ Cantón: _____ Provincia: Azuay

Fecha de muestreo: 06/01/2015
Muestra: AGUA
Fecha ingreso Laboratorio: 08/01/2016
Fecha de entrega: _____

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS

No. Muestra Lab.	Identificación del lote	ds/m CE	mg/l										RAS	Mg/l Ca CO ₃ DUREZA
			Ca	Mg	Na	K	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	B	pH		
1946	Muestra 3 Agua con sales minerales	10.90	17.0	810.0	70.6	81.9	0	0	0	6110	0.5	2.62	0.49 E	3.373 MD
1947	Muestra 4 Agua con harina (poca)	0.57	90.0	20.4	21.4	10.5	0	112.4	29.1	37.9	0.1	8.75	0.55	309.9 MD

No. Muestra Lab.	Identificación del lote	ppm			
		Fe	Zn	Cu	Mn
1946	Muestra 3 Agua con sales minerales	178	1322	513	323
1947	Muestra 4 Agua con harina (poca)	0.06	2.3	0.3	0.5

INTERPRETACION	
Para DUREZA CaCO ₃ (mg/litro)	
Muy Suave (MS) = 0 a 15	Dura (D) = 151 a 300
Suave (S) = 16 a 75	Muy Dura (MD) = más de 300
Media (M) = 76 a 150	

UNIDADES		R A S	
dS/m	= mmhos/cm = milimhos/centimetro	Menos de 1	= Excelente (E)
mg/l	= miligramos/litro = ppm	De 1 a 2	= Buena (B)
meq/l	= miliequivalentes/litro	De 2 a 4	= Regular (R)
ppm	= partes por millón	De 4 a 8	= Mala (M)
		Más de 15	= Inapropiada (I)

RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA

**Anexo 7. Análisis foliares de las plantas de pimienta de los tratamientos y los controles**

 INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
---	---	---

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : María Llivicura Dirección : Cuenca Ciudad : Teléfono : Fax : Ubicación :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Provincia : Azuay Cantón : Cuenca Parroquia : Ubicación :	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo : PIMIENTO Fecha de Muestreo : 06/01/2016 Fecha de Ingreso : 06/01/2016 Fecha de Salida : 02/02/2016
--	--	--


N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	N							B						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na	
28216	MUESTRA 1 (-)	2,47	0,27 S	6,31 A	4,94 A	0,59 S	0,78		146,4 A	39,1 S	8,8 S	147,4 S	139,5 S		
28217	MUESTRA 2 (+)	2,25 B	0,30 S	6,32 A	4,84 A	0,62 S	0,66		158,4 A	48,4 S	9,4 S	149,0 S	143,1 S		
28218	MUESTRA 3 B BAJO	2,21 B	0,17 B	5,61 A	4,10 A	0,57 S	0,48		118,8 A	59,9 S	7,2 S	163,0 S	131,3 S		
28219	MUESTRA 4 B ALTO	2,24 B	0,28 S	5,22 A	4,11 A	0,57 S	0,58		337,3 A	429,7 A	20,2 S	293,0 S	454,6 A		
28220	MUESTRA 5 MINERAL BAJO	2,40 B	0,24 S	5,72 A	3,47 A	0,59 S	0,69		139,9 A	58,6 S	9,6 S	248,2 S	145,6 S		
28221	MUESTRA 6 MINERAL ALTO	2,22 B	0,18 B	5,27 A	4,09 A	0,64 S	0,74		161,0 A	79,6 S	10,0 S	249,6 S	188,0 S		

INTERPRETACION
B = Bajo
S = Suficiente
A = Alto


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

Anexo 8. Análisis químico de suelo


ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Av. 12 102 y 103 - BULLCAY - Cuenca - Azuay - Ecuador - Tel: (07) 2171187

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : Maria Livicura
 Dirección :
 Ciudad : Cuenca

Teléfono : N/E
 e-mail : N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre :
 Provincia : Azuay
 Cantón : Cuenca


Parroquia : Cuenca
 Ubicación : N/E
 Latitud :
 Longitud :

DATOS DE LA MUESTRA
 No. Laboratorio : 2603
 Identificación : muestra 1
 Cultivo Actual : PIMIENTO

Responsable Muestreo : Cliente
 Fecha Muestreo : 16/03/2015
 Fecha Ingreso : 16/03/2015

Factura No. : 0
 Fecha Análisis : 23/03/2015
 Fecha Emisión : 27/03/2015

INTERPRETACION



Determinación	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	M.O.
Valor	37	172	54	5	2.1	3.4	2.8	14	9.7	6.9		6.9
Unidad	(ppm)	(ppm)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)		(%)

pH 4.05

Requiere

Cal

Muy Ácido Ácido Median Ácido Ligero Ácido Prácticamente Neutro Ligero Ácido Median Ácido Alkalino

C.E.

ΔC/Δe

No Salino Ligero Salino Salino Muy Salino

Tóxica

Ligeramente Tóxica

Adecuada

(mg/100ml)

Alto Medio Bajo

2.7 0.3 1.2

Inhibición Gástrica

Alto Medio Bajo

14.13 mg/100ml

Determinación	Metodología	Extracción
N, P	Colorimétrica	Clayton
K, Ca, Mg	Atomación	Inductivo
ΔC/Δe, Fe, Mn	Atomación	Inductivo
S	Colorimétrica	Punto de ebullición
Zn	Colorimétrica	Punto de ebullición
Cu	Colorimétrica	Punto de ebullición
Fe	Colorimétrica	Punto de ebullición
Mn	Colorimétrica	Punto de ebullición
B	Colorimétrica	Punto de ebullición
M.O.	Colorimétrica	Punto de ebullición

Determinación	Metodología	Extracción
pH	Electrométrica	Suero Agua (1:2.5)
CE	Colorimétrica	Punto de ebullición
ΔC/Δe	Colorimétrica	Punto de ebullición
K, Ca, Mg	Colorimétrica	Punto de ebullición
S	Colorimétrica	Punto de ebullición
Zn	Colorimétrica	Punto de ebullición
Cu	Colorimétrica	Punto de ebullición
Fe	Colorimétrica	Punto de ebullición
Mn	Colorimétrica	Punto de ebullición
B	Colorimétrica	Punto de ebullición
M.O.	Colorimétrica	Punto de ebullición

Niveles de Referencia Óptimos

N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	M.O.
30 - 50	10 - 20	10 - 20	5 - 10	2 - 5	3 - 5	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1

[Firma]

Responsable laboratorio

[Firma]

Laborantista

N/E: No Entrega.

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al análisis.

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 30/03/2015



Anexo 9. Análisis químico del suelo

INIAAP INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRIO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Km 12 1/2 vía El Descanso - BULLGAY - Gualeaños - Azuay
Azuay - Ecuador Teléfono: (07) 2171181

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : María Livicura Teléfono : N/E
Dirección : e-mail : N/E
Ciudad : Cuenca

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : Parroquia : Cuenca
Provincia : Azuay Ubicación : N/E
Cantón : Cuenca Latitud : Longitud :

DATOS DE LA MUESTRA
No. Laboratorio : 2604 Responsable Muestreo : Cliente Factura No. : 0
Identificación : muestra 2 Fecha Muestreo : 16/03/2015 Fecha Análisis : 23/03/2015
Cultivo Actual : PIMIENTO Fecha Ingreso : 16/03/2015 Fecha Emisión : 27/03/2015

INTERPRETACION

Alto
Medio
Bajo

Determinación N P K Ca Mg S Zn Cu Fe Mn B M.O.
Valor 22 209 6.8 5 6.0 898.0 81.4 41 552.0 6.0
Unidad (ppm) (mg/100mL) (ppm) (%)

Cal 4.22
Muy Acido Acido Medianamente Acido Ligerosamente Acido Prácticamente Neutro Ligerosamente Alcalino Medianamente Alcalino Alcalino

C.E. dS/m No Salino Ligerosamente Salino Salino Muy Salino

Textura
Ligeramente Fina Adecuada (mg/100m) 0.8 0.9 1.6

Alto
Medio
Bajo

0.8 0.9 1.6

Determinación Metodología Extremos

Determinación	Metodología	Extremos
N, P	Colorimétrica	Óxido
K, Ca, Mg	Alométrica	Mediocrisis
Zn, Cu, Fe, Mn	Espectroscópica	pH 5.5
S	Yodimétrica	Puntos de Ca
C	Colorimétrica	Remoción
D	Yodimétrica	Punto Estándar
M.O.	Gravimétrica	No aplica

Determinación Metodología Extremos

Determinación	Metodología	Extremos
pH	Colorimétrica	Suave Ácido (1-2.5)
CE	Conductimétrica	Punto Estándar
Textura	Reométrica	No aplica
S </td <td>Yodimétrica</td> <td>2-5.11V</td>	Yodimétrica	2-5.11V
Na	Alométrica	Alto
E. Base	Alométrica	Cloro Muestreo

Niveles de Referencia Óptimos

N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
12-22	20-30	5-15	5-15	5-15	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5
12-22	20-30	5-15	5-15	5-15	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5
12-22	20-30	5-15	5-15	5-15	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5	1.5-2.5

Responsible laboratorio
Fecha impresión : 30/03/2015



Anexo 10. Análisis de bioles para aplicación foliar

ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
km 12 1/2 vía El Descenso - BULLCAY - Gualeauro www@inap.gob.ec
Azulay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : Maria Llivicura
Dirección :
Ciudad : CUENCA
Teléfono : N/E Correo-e : N/E
Técnico :
Nombre :
Provincia : AZUAY
Parroquia : YANUNCAY
Ubicación : N/E
Latitud :
Longitud :

DATOS DE LA MUESTRA
Fecha Muestreo : 16/03/2015
Fecha Ingreso : 16/03/2015
Fecha Emisión : 27/03/2015
Cultivo Actual : PIMIENTO

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			mg/100ml			ppm				mg/100ml	Z. Bases	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn						
2603	muestra 1	4.0 MAc RC	37.67 M	172.76 A	6.41 A	5.02 A	2.10 A	3.4 M	2.9 M	14.1 B	9.7 M		14.13	2.68 M	0.33 B	1.20 B	
2604	muestra 2	4.2 MAc RC	22.79 B	209.30 A	6.67 A	5.11 A	6.07 A	898.0 A	61.4 A	41.9 A	552.0 A		18.06	0.84 B	0.88 B	1.63 B	

Interpretación
N, P, K, Ca, Mg, S
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl
B = Bajo
M = Medio
A = Alto
N = Nitrógeno
P = Fósforo
K = Potasio
Ca = Calcio
Mg = Magnesio
S = Azufre
Zn = Zinc
Cu = Cobre
Fe = Hierro
Mn = Manganeso
B = Boro
Cl = Cloro

Determinación
N, P
K, Ca, Mg
Zn, Cu, Fe, Mn
pH
S
B

Método
Colorimétrico
Alcalimetría
Alcalimetría
Potenciometría
Turbidimetría
Gravimetría

Extracción
Olsen
Molibdato
pH 8.5
Suero agua (1:2.5)
Fórmula de Ca
Molibdato

Nuevos Récords de Referencia
N 18 - 40
P 10 - 30
K 12 - 24
Ca 100 - 150
Mg 10 - 15
S 10 - 20
Zn 1.0 - 2.0
Cu 1.0 - 4.0
Fe 100 - 150
Mn 10 - 15
B 1.0 - 2.0
Cl -

Responsable Laboratorio
Fecha de Impresión: 30/03/2015
Página 1 de 2



Anexo 11. Análisis de materia orgánica de biofertilizantes

ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Km 12 1/2 vía El Descanso - BULLCAY - Gualaquero www@iniap.gob.ec
Azua - Ecuador TeleFax: (07) 2171161

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : Maria Llivicura
Dirección :
Ciudad : CUENCA
Teléfono : N/E Correo-e : N/E
Técnico : :

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre :
Provincia : AZUAY
Parroquia : YANUNCAY
Ubicación : N/E Longitud :
Latitud :

DATOS DE LA MUESTRA
Fecha Muestreo : 16/03/2015
Fecha Ingreso : 16/03/2015
Fecha Emisión : 27/03/2015
Cultivo Actual : PIMIENTO

N° Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm ³ /cm ³				cm ³ /g		mg/100mL		Na	dS/m	% M.O.
		Arena	Limo	Arcilla		C.C.	Set.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al			
2603	muestra 1															6.98 A
2604	muestra 2															6.04 A

GRANJA EXPERIMENTAL CHAGUPATE
Laboratorio de Suelos y Aguas

Resumen de Resultados

Indicador	Unidad	Valor	Referencia
Al + H	g/kg	0.50	0.00 - 1.00
Al	g/kg	0.50	0.00 - 1.00
Na	g/kg	0.00	0.00 - 0.00

Por: Responsable Laboratorio

Por: Laboratorio

Fecha de Impresión: 30/03/2015 Página 2 de 2



Anexo 12. Análisis de abonos orgánicos



ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
Km 1, Panamericana Sur, Apdo... 17-01-340
Telf. -Fax 3007284
QUITO - ECUADOR

NOMBRE DEL PROPIETARIO: María LLivicura

FECHA DE MUESTREO : 06/01/2016

NOMBRE DEL REMITENTE:

FECHA INGRESO AL LABORATORIO: 08/01/2016

NOMBRE DE LA GRANJA:

FECHA DE SALIDA DE RESULTADOS: 02/02/2016

LOCALIZACIÓN: CUENCA AZUAY
PARROQUIA CANTÓN PROVINCIA

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ABONOS ORGÁNICOS

No. Laborat.	Identificación	pH	dS/m	R	g/100ml (%)							mg/l (ppm)				
			C.E	C/N	N TOTAL	P	K	Ca	Mg	S	M.O	B	Zn	Cu	Fe	Mn
946	Muestra 1 Biol con sales	6.66	13.92		0.15	0.01	0.81	0.26	0.33	0.59	6.3	21.3	5418.0	507.4	884.6	1114.4
947	Muestra 2 Biol con harina Poca	4.11	15.04		0.18	0.09	0.78	0.58	0.13	0.16	4.5	8.1	49.2	10.1	897.3	97.1

METODOLOGÍA USADA:

PH y CE: Medición Directa
Materia Orgánica por WALKLEY BLACK

C.E. = Conductividad eléctrica dS/m = decisiemens/metro
M.O. = Materia orgánica


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA



Anexo 13. Altura de las plantas

Modelo:

$$Altura = I + S + S^2 + S^3 + FM + NB + FM \times NB$$

Parámetro	Valor estimado	Valor P
Intercepto (I)	5.14	<0.001
Semana (S)	0.70	0.001
Semana ² (S ²)	0.15	<0.001
Semana ³ (S ³)	-0.01	<0.001
Fertilizante mineral (FM)	0.50	0.541
Nivel de aplicación bajo (NB)	0.76	0.359
Fert. Mineral x Nivel bajo (FMxNB)	-2.08	0.087

Anexo 14. Diámetro de tallo

Modelo:

$$Altura = I + S + S^2 + S^3 + FM + NB + FM \times NB$$

Parámetro	Valor estimado	Valor P
Intercepto (I)	0.1818	<0.001
Semana (S)	0.0140	0.001
Semana ² (S ²)	0.0027	<0.001
Semana ³ (S ³)	-0.0001	<0.001
Fertilizante mineral (FM)	0.0100	0.402
Nivel de aplicación bajo (NB)	0.0021	0.8580
Fert. Mineral x Nivel bajo (FMxNB)	-0.0217	0.2049

Anexo 15. Número de hojas

Modelo:

$$Altura = I + S + S^2 + S^3 + FM + NB + FM \times NB$$

Parámetro	Valor estimado	Valor P
Intercepto (I)	4.58	<0.001
Semana (S)	-0.48	0.302
Semana ² (S ²)	0.44	<0.001
Semana ³ (S ³)	-0.02	<0.001



Fertilizante mineral (FM)	2.52	0.005
Nivel de aplicación bajo (NB)	1.61	0.052
Fert. Mineral x Nivel bajo (FMxNB)	-2.63	0.028

Anexo 16. Número de flores

Fuente de variación	g.l.	Cuadrado medio	Valor P
Tipo de fertilizante (F)	1	88.2	0.053
Nivel de aplicación (N)	1	39.2	0.181
Interacción FxN	1	45.0	0.154
Residuos	16	20.1	

Anexo 17. Frutos cuajados

Fuente de variación	g.l.	Cuadrado medio	Valor P
Tipo de fertilizante (F)	1	9.80	0.004
Nivel de aplicación (N)	1	0.20	0.639
Interacción FxN	1	0.20	0.639
Residuos	16	0.88	

Anexo 18. Diámetro de frutos

Fuente de variación	g.l.	Cuadrado medio	Valor P
Tipo de fertilizante (F)	1	1.55	0.050
Nivel de aplicación (N)	1	0.07	0.649
Interacción FxN	1	0.63	0.193
Residuos	14	0.34	

**Anexo 19. Largo de frutos**

Fuente de variación	g.l.	Cuadrado medio	Valor P
Tipo de fertilizante (F)	1	35.28	0.002
Nivel de aplicación (N)	1	0.67	0.603
Interacción FxN	1	13.99	0.030
Residuos	14	2.37	

Anexo 20. Peso fresco del fruto

Fuente de variación	g.l.	Cuadrado medio	Valor P
Tipo de fertilizante (F)	1	1335.6	0.001
Nivel de aplicación (N)	1	33.9	0.533
Interacción FxN	1	607.2	0.017
Residuos	14	82.8	

Anexo 21. Peso seco de la planta

Fuente de variación	g.l.	Cuadrado medio	Valor P
Tipo de fertilizante (F)	1	3.04	0.231
Nivel de aplicación (N)	1	0.39	0.661
Interacción FxN	1	5.20	0.123
Residuos	16	1.96	